Aus der Medizinischen Universitäts-Poliklinik zu Frankfurt am Main
(Direktor: Professor Dr. Gänsslen)

Über die Ausnutzung verschiedener Obstarten

Inaugural-Dissertation

zur Erlangung der Doktorwürde
in der gesamten Medizin
der Hohen Medizinischen Fakultät
der Johann Wolfgang Goethe-Universität
zu Frankfurt am Main

vorgelegt von

Ebbel Berends
Assistenzarzt d. R.
aus Neuenkirchen (Kr. Osterholz)

November 1940

Verlag Carl Nieft, Bleicherode am Harz

1941

Gedruckt mit Genehmigung der Medizinischen Fakultät der
Johann Wolfgang Goethe-Universität zu Frankfurt a. M.

Referent: Prof. Dr. Heupke.

Korreferent: Prof. Dr. Dirscherl.

Dekan: Prof. Dr. Guthmann.

Diese Dissertation ist gleichzeitig als Broschüre
im Verlag Carl Nieft, Bleicherode a. H. erschienen

Die Wertschätzung, die man heute dem Obst als Nahrungs- und Genußmittel einräumt, gibt Veranlassung, die Frage nach der Ausnutzung des Obstes zu stellen, zumal in der Literatur nur vereinzelte Ausnutzungsversuche mit Obst vorliegen. Die folgende Arbeit möchte hier einige Lücken zu schließen versuchen.

Bevor ich die Ergebnisse eigener Ausnutzungsversuche darlege, bringe ich eine Übersicht über die Zusammensetzung der wichtigsten Obstarten.

Entsprechend seiner botanischen Beschaffenheit teilt man das Obst ein in Kernobst, Beerenobst und Steinobst. Zum Kernobst gehören: Äpfel, Birnen, Quitten, Apfelsinen, Hagebutten und Zitronen. Das Beerenobst umfaßt die Weintraube, Erdbeere, Heidelbeere, Brombeere, Stachelbeere, Johannisbeere und Preißelbeere. Zwetschge, Pflaume, Reineclaude, Mirabelle, Pfirsich, Aprikose und Kirsche sind Steinobst. Schließlich gehören noch zum Obst die Feige, die Banane und die Ananas.

Die wichtigsten Bestandteile des Obstes sind nun: Wasser, Kohlehydrate, Pflanzensäuren, Eiweißverbindungen, Pektinstoffe, Mineralien, Zellwandbestandteile, Vitamine, Geschmacks- und Geruchsstoffe und Farbstoffe.

Der Wassergehalt der meisten frischen Früchte ist sehr hoch; er beträgt im Mittel 32%.

Die eigentlichen Nährwertträger des Obstes sind die Kohlehydrate, die zum größten Teil aus Zucker bestehen. Dieser Zucker ist je nach der Fruchtart in löslicher Form als Saccharose, Glukose oder Fruktose vorhanden, oder er findet sich in unlöslichem Zustand als Stärke, die während der Fruchtreife allmählich in Zucker umgewandelt wird. Im Mittel enthält das Obst etwa 10% Zucker und Stärke.

In fast allen Früchten finden sich Pflanzensäuren, welche einerseits den erfrischenden Geschmack des Obstes mitbestimmen, andererseits zusammen mit den Mineralstoffen die rasche Verwertung des Zuckers ermöglichen. Der Säuregehalt der Früchte ist nicht konstant, sondern er nimmt mit zunehmender Reife bei den meisten Früchten ab. Ebenso verringern beim Nachreifen des Obstes Oxydationsvorgänge den Säuregehalt nicht unerheblich.

Die Fruchtsäuren sind hauptsächlich in Form von Zitronensäure und Äpfelsäure vorhanden, erstere vorwiegend in Zitronen und Orangen, Äpfelsäure dagegen vor allem in Äpfeln, Birnen, Pflaumen und Kirschen.

Die Weintrauben zeichnen sich durch ihren Gehalt an Weinsäure aus, während sich in Preißelbeeren Benzoesäure nachweisen läßt. Schließlich finden sich in allen Früchten Spuren von Gerbsäure, und in manchen Früchten sind Salizyl-, Ameisen- und Oxalsäure gefunden worden. Eine Übersicht über den Säuregehalt verschiedener Obstsorten gibt folgende Tabelle (nach J. König):

Tabelle 1 (Prozente)

	Säure a. Äpfels.	Gerbs.		Säure a. Äpfels.	Gerbs.
Hagebutte	3,34	2,43	Heidelbeere	1,01	0,25
Orange	2,54	—	Pfirsich	0,96	0,10
Johannisbeere	2,41	0,21	Brombeere	0,95	0,29
Preißelbeere	1,98	0,25	Quitte	0,93	0,06
Stachelbeere	1,90	0,09	Zwetschge	0,70	0,07
Himbeere	1,90	0,26	Apfel	0,59	0,07
Weichselkirsche	1,80	0,18	Ananas	0,59	—
Erdbeere	1,42	0,41	Süße Kirsche	0,58	0,10
Reineclaude	1,27	0,17	Banane	0,38	—
Aprikose	1,27	0,74	Birne	0,27	0,03
Pflaume	1,16	0,13			

Die Eiweißmenge der Obstfrüchte — sie sind die N-ärmsten Nahrungsmittel — beträgt oft weniger als 1%. Die Bedeutung des Eiweißes als Kalorienträger ist daher nur gering.

Die Pektinstoffe, die den Kohlehydraten nahestehen, sind im wesentlichen Bestandteile der Zellkittsubstanz. In keiner Frucht

vermißt man sie völlig, bei manchen sind sie aber in besonders reichlicher Menge vorhanden. Sie quellen in Gegenwart von Zucker und Kalk auf und bewirken das sog. „Gelatinieren" eingekochter Früchte und Fruchtsäfte.

Die Frischsubstanz des Obstes enthält etwa zu 0,75% Mineralbestandteile, die zur Hälfte aus Kalium bestehen. In mäßigen Mengen ist Phosphorsäure vorhanden. Nach von J. König (Nachtrag 1919) zusammengestellten Analysen ist die Aschenzusammensetzung des Kern-, Stein- und Beerenobstes im Mittel folgende:

Tabelle 2 (Prozente)

	Kernobst	Steinobst	Beerenobst
Kalium	51,8	54,6	39,8
Natrium	3,4	3,3	3,6
Kalzium	4,7	4,3	10,8
Magnesium	3,9	3,3	6,4
Eisenoxyd	0,7	0,6	0,9
Phosphorsäure	11,5	10,8	16,2
Schwefelsäure	4,7	3,8	6,1
Kieselsäure	0,8	1,1	1,6
Chlor	0,35	0,66	0,73

Ähnlich zusammengesetzt ist nach Diemair die Süßmostasche verschiedener Obstarten.

Unter den Mineralstoffen überwiegen von den Basen Kalium, von den Säuren Phosphorsäure. Das Säuren-Basen-Verhältnis ist charakterisiert durch einen starken Überschuß an basischen Mineralien; nur die Preißelbeeren machen eine Ausnahme, sie haben einen Säureüberschuß.

Neben Zucker und Stärke finden sich noch andere Kohlehydrate in den Früchten, die Zellwandbestandteile, die das Gerüst der Pflanzenzellen bilden und dem Gewebe seine Struktur geben. Es sind dies die Zellulose, Hemizellulose, Pentosane und ähnliche Verbindungen, auch als „Ballaststoffe" bezeichnet, obgleich ein Teil von ihnen vom Körper verwertet wird, wie Heupke nachweisen konnte. Die Zellulose und ihre Verbindungen haben eine große Bedeutung für die Verdauungsvorgänge beim Menschen. Sie bil-

den das nötige Füllmaterial des Darmes, das den Anreiz für eine geregelte Stuhlentleerung gibt.

Die Zellulose selbst ist chemisch ein Polysaccarid mit einer nur geringen Reaktionsfähigkeit. Denn sie wird beim Menschen im Magen und Dünndarm nicht angegriffen, sondern erst im Dickdarm in geringen Mengen von Bakterien zerlegt.

Die anderen Bestandteile der Zellwand werden sehr viel leichter als die Zellulose von den Verdauungssäften angegriffen. Schon einfache chemische Eingriffe vermögen manche in Traubenzucker zu überführen, Hemizellulosen und Pentosane lassen sich durch Hydrolyse mit verdünten Säuren in Mannose und Glukose bezw. Arabinose und Xylose zerlegen. Im allgemeinen sind die fleischigen Früchte reicher an diesen Zellwandbestandteilen als die saftigen. Nach Diemair enthalten die Früchte neben Zucker und Stärke im Mittel 3,7% sonstige Kohlehydrate, zu denen man die Zellwandbestandteile zu rechnen hat.

Wichtige Bestandteile des Obstes sind die Vitamine, die in verhältnismäßig großer Menge, aber nicht gleichmäßig in allen Früchten enthalten sind, wie die folgende Zusammenstellung Heupke's der Untersuchungen Scheunert's an einheimischen Obstsorten zeigt:

Vitamin A:

Sehr gut: Brombeeren, Heidelbeeren, Himbeeren.

Gut: Rote Johannisbeeren, Holunderbeeren, Stachelbeeren, dunkle Kirschen, Reineclauden, Pflaumen.

Gering: Äpfel, Aprikosen, helle Kirschen, Pfirsiche.

Sehr gering: Erdbeeren, weiße Johannisbeeren, Birnen.

Vitamin B:

Gut: Brombeeren, Holunderbeeren.

Gering: Himbeeren, rote Johannisbeeren, Reineclauden, Aprikosen, Kirschen, Pfirsiche, Pflaumen.

Sehr gering: Erdbeeren, Heidelbeeren, Stachelbeeren, Äpfel, Birnen.

Vitamin C:

Gut: Brombeeren, Erdbeeren, Himbeeren, weiße und rote

Johannisbeeren, Holunderbeeren, Stachelbeeren, gute Apfelsorten, Reineclauden.

Gering: Heidelbeeren, geringe Apfelsorten.

Sehr gering: Weintrauben, Birnen, Aprikosen, Pfirsiche, Pflaumen. Die Kirschen enthalten Vitamin C in geringer bis mittlerer Menge.

Vitamin D:

Das Vitamin D ist in einheimischen Obstarten entweder überhaupt nicht oder nur in Spuren vorhanden.

Der Gehalt an Vitamin A geht häufig der Färbung der Früchte parallel, Vitamin B ist in den meisten Obstsorten nur in geringer Menge vorhanden. Vitamin C findet sich dagegen ziemlich reichlich in den Früchten. Meistens sind das Fruchtfleisch, die Schalen und Kerne Träger der Vitamine, infolgedessen sind viele Fruchtsäfte arm an Ergänzungsstoffen.

Der angenehme und charakteristische Geschmack und Duft des Obstes ist neben dem Gehalt an Zucker und milden Säuren bedingt durch die Duftstoffe. Sie bestehen größtenteils aus esterartigen Verbindungen zwischen Alkohol und niederen Fettsäuren, und zum Teil aus aromatischen Säuren. Daneben finden sich noch Spuren von ätherischen Ölen. Diese Aromstoffe sind nur in voll ausgereiften Früchten in größter Menge vorhanden, da sie sich erst kurz vor der Reife entwickeln. Manche Früchte, z. B. Birnen, einige Apfelsorten, Bananen, Ananas u. a. besitzen erst nach gewisser Lagerzeit ihr Höchstmaß an Wohlgeschmack, da bei ihnen die Aromentwicklung während der Nachreife noch voranschreitet. Die Duftstoffe treten um so deutlicher hervor, je mehr während des Reifeprozesses Fruchtsäuren assimiliert werden. Es sind leicht flüchtige Substanzen, die bei manchen Früchten bereits nach dem Pflücken, bei anderen nach längerem Lagern zum großen Teil schwinden. Daher erleidet auch beim Kochen das Obst Einbuße an seinem vollen Aroma. Zum Teil werden hier die Duftstoffe durch die Hitze zerstört, zum Teil gehen sie durch einfaches Abdünsten verloren.

Schließlich sind als Bestandteil der Früchte die Farbstoffe zu erwähnen. Man findet sie in gelöster Form entweder als Anthozyane im Zellsaft oder als Chlorophyll und gelbe Chromoplasten. Zu den Anthozyanen gehören die roten, blauen und violetten Farbstoffe, die unseren Früchten ihre schönen Farben geben.

Der Kaloriengehalt des Obstes ist relativ gering, er ist verschieden groß bei den einzelnen Früchten und beträgt etwa 20 bis 50 Wärmeeinheiten für 100 g. Besonders kalorienreich sind Bananen und Weintrauben, deren Brennwert auf 100 Kalorien steigt. Im Gegensatz zu den frischen Früchten enthält das getrocknete Obst 200 bis 300 Kalorien für 100 g und ist daher ebenso nährstoffreich wie das Brot.

Die Ausnutzung des Obstes ist bislang nur vereinzelt untersucht worden. Im v. Noorden-Salomon'schen Handbuch heißt es: „Hinsichtlich der Ausnutzung (des Obstes) stehen wir noch vor einer großen Reihe unbekannter Größen". M. E. Jaffa hat Ausnutzungsversuche mit Weintrauben und Bananen durchgeführt. Im ersten Versuch bestand die Kost neben 13 g Olivenöl, 14,5 g Tomaten und 38 g Oliven, die die N-Einfuhr fast gar nicht und nur die Fetteinfuhr belasten und abändern, ausschließlich aus Weintrauben.

Eine Gegenüberstellung der Zusammensetzung der aufgenommenen Kost und der ausgeschiedenen Reste ergibt sich aus folgender Tabelle (Jaffa's Weintraubenversuch):

Tabelle 3 (Gramme)

	Einnahme	Ausscheidung
Kohlehydrate	228,67	12,68
N-Substanz	13,75	7,58
Fett	23,23	7,49
Kalorien	1210 Kal	153 Kal

Aus Tabelle 4 ist die prozentische Verwertung dieses Versuches ersichtlich:

Tabelle 4 (Prozente)

Kohlehydrate	94
N-Substanz	45
Fett	68
Kalorien	87

Bei dem zweiten dreitägigen Versuch Jaffa's bestand die Nahrung ausschließlich aus Bananen. Die Einnahmen und Ausgaben sowie die Verwertung sind in den Tabellen 5 und 6 zusammengestellt:

Tabelle 5 (Gramme)

	Einnahme	Ausscheidung
Kohlehydrate	276,88	8,83
N-Substanz	22,00	5,32
Fett	3,26	2,64
Kalorien	1155 Kal	82,2 Kal

Tabelle 6 (Prozente)

Kohlehydrate	96
N-Substanz	75
Fett	19
Kalorien	93

Die Ausnutzung der Weintrauben und Bananen in den Jaffaschen Versuchen ist somit recht gut, trotzdem Jaffa die aus dem Körper selbst stammenden N-Substanz- und Fettmengen des Kotes nicht berücksichtigt hat.

Bei der Ausnutzung von Äpfeln kam Rubner zu einem sehr günstigen Resultat: Bei ausschließlicher Apfelkost (5—6 Pfund Äpfel ohne Schale und Kern) wandern 11,7% der Kalorien in den Kot; davon entfallen 9% auf Darmabscheidungen und nur 2,7% auf unverdauliche Nahrungsrückstände.

Ein erheblich ungünstigeres Ergebnis hatte ein ähnlicher Versuch Rubner's mit Erdbeeren. Die Kost bestand hier neben ganz geringen Mengen anderer Nahrungsmittel (Zucker und Milch) ausschließlich aus Erdbeeren (2300—2500 g täglich). Von je 100 g Erdbeerenkalorien gingen 21,3 Kalorien in den Kot über. Von diesen gehörten rund $^2/_3$ Darmabscheidungen an, rund $^1/_3$ unverdauten Nahrungsbestandteilen. Rubner führte den hohen Verlust von Darmsekretkalorien auf den durch die Säuren der Erdbeeren ausgelösten Reiz zurück.

In diesen Versuchen Jaffa's und Rubner's wie auch in anderen in der Literatur vorliegenden Ausnutzungsversuchen ist

die Bilanz, das Verhältnis zwischen Einfuhr und Ausfuhr der Nahrungsgrundstoffe, als Ausnutzung gewertet worden. Der Kot setzt sich aber nicht nur aus Resten der Nahrung, die den Hauptanteil bilden, sondern auch aus Produkten der Darmwand, aus Epithelien und Sekreten, und aus Bakterien zusammen. Um nun exakte Ausnutzungsergebnisse zu erhalten, muß man den Anteil des Kotes, der aus dem Körper selbst stammt, von den eigentlichen Resten der Nahrung trennen.

Daß auch ohne Nahrungsaufnahme eine Kotbildung stattfindet, beweist das Vorhandensein des Mekoniums beim Neugeborenen, das ausschließlich aus Produkten des Darmes besteht, und Untersuchungen über den Hungerkot.

Fr. von Müller hat Versuche dieser Art angestellt. Er untersuchte die Darmentleerungen zweier Hungerkünstler und eines Patienten mit vollständiger Oesophagusstenose. Es wurden bei diesen Fällen im Mittel 3,39 g Trockenkot ausgeschieden, der 1,83 g N-Substanz und 0,97 g Fett enthielt.

Die Abgabe von Stickstoff und Fett aus dem Darm ist bei Nahrungsausfuhr bedeutend größer als im Hungerzustand. Heupke hat in letzter Zeit versucht, den Sekretstickstoff von dem aus der Nahrung stammenden Stickstoff des Kotes zu trennen. Er konnte in vier Selbstversuchen zeigen, daß mit vermehrter Kotmenge auch der Stickstoffgehalt des Stuhles ansteigt, obwohl die Stickstoffzufuhr sich nur unwesentlich unterschied. Heupke und Belz konnten den Beweis erbringen, daß mit zunehmender Kotmenge bei verstärkter Darmtätigkeit auch mehr Stickstoff, der aus dem Darm stammt, ausgeschieden wird. Nach Heupke entstammen bei gut aufschließbarer Kost und einer Trockenkotmenge von 20 g etwa 1 g, und bei einer Trockenkotmenge von 50 g etwa 1,5 bis 2 g Stickstoff den Darmsekreten. Es darf also der Stickstoffgehalt nicht ohne weiteres als Ausnutzungsverlust angesehen werden, wie es in den früheren Ausnutzungsversuchen geschehen ist.

Auch die Fette des Stuhles entstammen zum größten Teil den Darmsäften. Die Versuchsergebnisse von Müller's beweisen, daß auch beim Hunger vom Darm Fett ausgeschieden wird. Hill

und Bloor fanden bei ihren Versuchen, daß die chemische Zusammensetzung des Stuhlfettes eine andere ist als die des Nahrungsfettes, und daß die Jodzahl nicht der des gegebenen Fettes entspricht. Sie fanden bei fettfreier und fettreicher Kost in engen Grenzen liegende Mengen von Fett im Kot, nämlich 1,76 bis 2,50 g. Hindhede konnte bei Versuchen mit fettfreier Kost nachweisen, daß der Stuhl täglich 3,8 g Fett enthielt.

Kohlehydrate werden nicht in den Darm ausgeschieden. Untersuchungen haben ergeben, daß Zucker und Stärke zum größten Teil resorbiert werden. Die im Stuhl erscheinenden Kohlehydratmengen sind hauptsächlich Zellwandderivate, wie Zellulose, Pentosane usw., die als Ballaststoffe gewertet werden müssen und somit keinen eigentlichen Kohlehydratverlust darstellen.

Ich untersuchte nun in Selbstversuchen die Ausnutzung verschiedener Obstarten und wählte die sich während der Versuchszeit auf dem Markt befindlichen Weintrauben,. Bananen, Äpfel, Birnen und Johannisbeeren. Die Dauer der Versuche betrug jeweils vier Tage. Neben einer möglichst großen Menge Obst wurde jedes Mal eine aus wenig Brot, Zucker und Butter bestehende Zukost aufgenommen. Die einer Versuchsperiode zugehörigen Stühle wurden gesammelt und analysiert. Durch Zuführung von Karmin vor und nach jedem Versuch erreichte ich die Abgrenzung des Kotes. Nach Vortrocknen auf dem Wasserbade wurde der Kot bis zur Gewichtskonstanz bei 105 Grad getrocknet. Bei der Analyse des Kotes kamen die Verfahren Kjeldahl's, Pflüger-Volhard's und Grossfeld's für die Stickstoff-, Zucker- bezw. Fettbestimmung zur Anwendung.

Die Zahlen für die Zusammensetzung der Kost entnahm ich der Tabelle von Schwenkenbecher: Nährstoffgehalt und Nährwert von Speisen.

Im folgenden teile ich meine Versuchsergebnisse mit.

Versuch 1.

In vier aufeinander folgenden Tagen habe ich zusammen 4210 g Weintrauben gegessen, zu denen als Beikost noch insgesamt 110 g Weizenbrot, 50 g Zucker und 30 g Butter hinzukamen.

Gesamtperiode:

Einnahme:	N-Subst.	Fett	Kohlehydr.
4210 g Weintrauben	29,47	—	711,49 g
110 g Weizenbrot	7,81	0,55	62,26 g
50 g Zucker	—	—	49,90 g
30 g Butter	0,21	25,32	0,15 g
zusammen	37,49	25,87	823,80 g
Ausfuhr:			
239 g Frischstuhl			
122 g Trockenstuhl	32,77	11,33	13,07 g
Einnahme pro Tag:			
1052,50 g Weintrauben	7,37	—	177,87 g
27,50 g Weizenbrot	1,95	0,14	15,56 g
12,50 g Zucker	—	—	12,47 g
7,50 g Butter	0,05	6,33	0,04 g
zusammen	9,37	6,47	205,94 g
Ausfuhr pro Tag:			
30,50 g Trockenstuhl	8,19	2,83	3,27 g
Einnahme pro Tag	9,37	6,47	205,94 g
Ausfuhr pro Tag	8,19	2,83	3,94 g
Differenz	1,18	3,64	202,00 g
Bilanz:			
Verwertung	12,59%	56,26%	98,09%
Verlust	87,41%	43,74%	1,91%

Versuch 2.

In einer viertägigen Periode wurden von mir 2980 g Bananen (nicht getrocknet) verzehrt. Die Beikost bestand aus 290 g Weizenbrot, 60 g Zucker und 85 g Butter.

Gesamtperiode:

Einnahme:	N-Subst.	Fett	Kohlehydr.
2980 g Bananen	38,74	—	679,44 g
290 g Weizenbrot	20,59	1,45	164,14 g
60 g Zucker	—	—	59,88 g
85 g Butter	0,60	71,74	0,43 g
zusammen	59,93	73,19	903,89 g
Ausfuhr:			
712 g Frischstuhl			
158 g Trockenstuhl	38,16	12,10	37,72 g
Einnahme pro Tag:			
745,00 g Bananen	9,69	—	169,86 g
72,50 g Weizenbrot	5,15	0,36	41,04 g
15,00 g Zucker	—	—	14,79 g
21,25 g Butter	0,15	17,94	0,11 g
zusammen	14,99	18,30	225,98 g

Ausfuhr pro Tag:	N-Subst.	Fett	Kohlehydr.
39,50 g Trockenstuhl	9,54	3,03	9,43 g
Einnahme pro Tag	14,99	18,30	225,98 g
Ausfuhr pro Tag	9,54	3,03	9,43 g
Differenz	5,45	15,27	216,55 g
Bilanz:			
Verwertung	36,36%	83,44%	95,83%
Verlust	63,64%	16,56%	4,17%

Versuch 3.

In diesem Versuch wurde die Ausnutzung von Äpfeln untersucht. Die Versuchsdauer betrug wiederum vier Tage, und aufgenommen wurden 5000 g Äpfel, 380 g Weizenbrot und 150 g Butter.

Gesamtperiode:			
Einnahme:	N-Subst.	Fett	Kohlehydr.
5000 g Äpfel	20,00	—	605,00 g
380 g Weizenbrot	26,98	1,90	215,00 g
150 g Butter	1,05	126,60	0,75 g
zusammen	48,03	128,50	820,83 g
Ausfuhr:			
693 g Frischstuhl			
116 g Trockenstuhl	40,50	15,54	11,56 g
Einnahme pro Tag:			
1250 g Äpfel	5,00	—	151,56 g
95 g Weizenbrot	6,75	0,49	53,77 g
37,5 g Butter	0,26	31,65	0,19 g
zusammen	12,01	32,14	205,21 g
Ausfuhr pro Tag:			
29,00 g Trockenstuhl	10,13	3,89	2,89 g
Einnahme pro Tag	12,01	32,14	205,21 g
Ausfuhr pro Tag	10,13	3,89	2,89 g
Differenz	1,88	28,25	202,32 g
Bilanz:	15,65%	87,89%	98,59%
Verwertung			
Verlust	84,35%	12,11%	1,41%

Versuch 4.

Dieser Versuch wurde mit Birnen angestellt. In vier aufeinander folgenden Tagen bestand die Nahrung aus 3720 g Birnen, und die Beikost setzte sich aus 400 g Weizenbrot, 100 g Zucker und 160 g Butter zusammen.

Gesamtperiode:			
Einnahme:	N-Subst.	Fett	Kohlehydr.
3720 g Birnen	14,88	—	446,40 g
400 g Weizenbrot	28,40	2,00	226,40 g
100 g Zucker	—	—	99,40 g
160 g Butter	1,12	135,04	0,80 g
zusammen	44,40	137,04	773,40 g

Ausfuhr	N-Subst.	Fett	Kohlehydr.
507 g Frischstuhl			
142 g Trockenstuhl	27,09	14,36	25,09 g
Einnahme pro Tag:			
930 g Birnen	3,72	—	111,60 g
100 g Weizenbrot	7,10	0,50	56,60 g
25 g Zucker	—	—	24,95 g
40 g Butter	0,28	33,76	0,20 g
zusammen	11,10	34,26	193,35 g
Ausfuhr pro Tag:			
35,50 g Trockenstuhl	6,77	3,59	6,27 g
Einnahme pro Tag	11,10	34,26	193,35 g
Ausfuhr pro Tag	6,77	3,59	6,27 g
Differenz	4,33	30,67	187,08 g
Bilanz:			
Verwertung	39,01%	89,52%	96,76%
Verlust	60,99%	10,48%	3,24%

Versuch 5.

Im letzten Versuch wurden in einer viertägigen Periode 2610 g Johannisbeeren (rote) genossen. Die Beikost setzte sich aus 210 g Weizenbrot, 650 g Zucker und 45 g Butter zusammen.

Gesamtperiode:			
Einnahme:	N-Subst.	Fett	Kohlehydr.
2610 g Johannisbeeren	13,05	—	200,97 g
210 g Weizenbrot	14,91	1,05	118,86 g
650 g Zucker	—	—	648,70 g
45 g Butter	0,32	37,98	0,23 g
zusammen	28,28	39,03	968,76 g
Ausfuhr:			
1024 g Frischstuhl			
254 g Trockenstuhl	54,00	11,23	32,47 g
Einnahme pro Tag:			
652,50 g Johannisbeeren	3,26	—	50,26 g
52,50 g Weizenbrot	3,73	0,26	29,72 g
162,50 g Zucker	—	—	162,18 g
11,25 g Butter	0,08	9,50	0,06 g
zusammen	7,07	9,76	242,20 g
Ausfuhr pro Tag:			
63,50 g Trockenstuhl	13,50	2,81	8,12 g
Einnahme pro Tag	7,07	9,76	242,20 g
Ausfuhr pro Tag	13,50	2,81	8,12 g
Differenz	—	6,95	234,02 g
Bilanz:			
Verwertung	—	71,21%	96,65%
Verlust	184,56%	28,79%	3,35%

Ich fasse nun das bilanzmäßige Ergebnis der fünf Versuche zusammen. In der folgenden Tabelle sind die für die Ausfuhr im Stuhl ermittelten Zahlen gegenübergestellt der aus Obst und Beikost bestehenden Einnahme.

Tabelle 7 (Gramme)

Obstart (m.Beikost)	Einnahme pro Tag				Ausfuhr pro Tag				
	Menge	N-Subst.	Fett	K.H.	Fr.Kot	Tr.Kot	N-Subst.	Fett	K.H.
Weintrauben	1100,00	9,37	6,47	205,94	59,75	30,50	8,19	2,83	3,27
Bananen	853,75	14,99	18,30	225,98	178,00	39,50	9,45	3,03	9,34
Äpfel	1382,50	12,61	32,14	205,21	173,25	29,00	10,13	3,89	2,89
Birnen	1095,00	11,10	34,26	193,35	126,75	35,50	6,77	3,59	6,27
Johannisb.	878,75	7,07	9,76	242,20	256,00	63,50	13,50	2,81	8,12

Im Mittel sind bei jedem Versuch rund 1000 g Nahrung aufgenommen worden. Die Zahlen für den Trockensubstanzgehalt der Stühle liegen mit Ausnahme des Johannisbeerenversuchs in engen Grenzen. Sie bewegen sich zwischen 29,00 und 39,50 g. Die Stuhlmenge nach Obstkost ist etwa doppelt so groß wie die nach der Schmidt-Strassburger'schen Probekost, bei der eine tägliche Frischkostmenge von 84 g mit einem Trockensubstanzgehalt von 18,1 g anfällt.

Der Wassergehalt der Stühle ist derselbe wie bei gemischter Kost. Tabelle 8 gibt die prozentischen Werte der fünf Versuche:

Tabelle 8 (Prozente)

	Wassergehalt	Trockensubstanzgehalt
Weintrauben	48,95	51,01
Bananen	77,81	22,19
Äpfel	83,23	16,77
Birnen	71,99	28,01
Johannisbeeren	75,59	24,41
im Mittel	71,51	28,49

Die Mittelwerte der Tabelle 8 entsprechen den Angaben von Voit und Rubner. Voit nennt bei gemischter Kost einen Wassergehalt des Kotes von 74% und nach Rubner beträgt

der Trockensubstanzgehalt der Stühle bei Fleischfettnahrung 27,5%. Der Stuhl nach vorwiegender Obstkost unterscheidet sich also in seinem makroskopischen Verhalten, abgesehen von der weicheren und lockereren Konsistenz und der größeren Menge, nicht sehr wesentlich vom Stuhl nach gemischter Kost.

Die Beikost bestand in allen fünf Versuchen aus leicht aufschließbaren und verdaulichen Nahrungsmitteln, die in den verabreichten Mengen nahezu vollständig vom menschlichen Körper resorbiert wurden. Man kann daher ohne großen Fehler den Stuhl als nur vom Obst herstammend betrachten. Dann sieht eine Gegenüberstellung der Einnahmen (ohne Beikost) und der ausgeschiedenen Reste bei den fünf Versuchen folgendermaßen aus:

Tabelle 9 (Gramme)

Obstart	Einnahme			Ausfuhr		
	N-Subst.	Fett	K.H.	N-Subst.	Fett	K.H.
Weintrauben	7,37	—	177,87	8,19	2,83	3,27
Bananen	9,69	—	169,86	9,45	3,03	9,43
Äpfel	5,00	—	151,25	10,13	3,89	2,89
Birnen	3,72	—	111,60	6,77	3,59	6,27
Johannisbeeren	3,26	—	50,42	13,50	2,81	8,12

Aber auch diese Tabelle gibt uns kein richtiges Bild über die wirkliche Ausnutzung des Obstes. Die Zahlen der N-Substanz im Stuhl liegen nach Tabelle 9 mit Ausnahme des Bananenversuches über den entsprechenden Einnahmewerten. Außerdem wird Fett bei fehlenden Fetteinnahmen ausgeschieden. Das mutet unwahrscheinlich an. Wir müssen aber den Sekretstickstoff und den enterogenen Fettanteil des Stuhles berücksichtigen. Vergegenwärtigt man sich aber, daß nach Heupke bei einer Trockenkotmenge von 20 g 1 g Stickstoff und 1—2 g Fett den Darmsekreten entstammen und in Abzug zu bringen sind, so kommt man zu einem ganz anderen Ergebnis. Ich habe 1,5 g Stickstoff — entsprechend 9,38 g N-Substanz — für 50 g Trockenkot als enterogenen Stickstoffanteil des Kotes angesetzt. Nach diesem Verhältnis habe ich die auf Körperstickstoff entfallende Menge, umgerechnet auf N-Sub-

stanz, in meinen Versuchen vom Kot-N abgezogen. In Tabelle 10 ist der auf diese Weise erhaltene reduzierte N-Substanzwert des Kotes zum Eiweißgehalt des Obstes in Beziehung gesetzt.

Nach Heupke stammen bei 20 g Trockenkot 1—2 g Fett aus dem Körper selbst. Tigerstedt gibt noch höhere Zahlen an. Er nimmt an, daß nach gewöhnlicher Kost 6—7 g Kotfett aus Sekreten der Darmwand herrühren. Die in der Ausfuhr erscheinenden Fettmengen betrachte ich daher ausschließlich als dem Körper selbst entstammend. Da auch nur die Beikost als Fetträger der Nahrung anzusehen ist, kann ich von weiteren Fettbestimmungen im folgenden absehen.

In Tabelle 10 sind die Einnahmewerte ohne Beikost den reduzierten Ausfuhrwerten gegenübergestellt.

Tabelle 10 (Gramme)

Obstart	Einnahme		Ausfuhr	
	N-Subst.	Kohlehydr.	N-Subst.	Kohlehydr.
Weintrauben	7,37	177,87	2,47	3,27
Bananen	9,69	169,86	1,84	9,43
Äpfel	5,00	151,25	4,69	2,89
Birnen	3,72	111,60	0,11	6,27
Johannisbeeren	3,26	50,42	1,59	8,12

Die unter Ausfuhr angegebenen Werte sind nun die mutmaßlichen Verluste des Obstes an Nahrungsgrundstoffen.

In Tabelle 11 ist Einnahme ohne Beikost und Ausfuhr abzüglich Sekretstickstoff und Fett in prozentisches Verhältnis gesetzt, wodurch die wirkliche Ausnutzung noch deutlicher wird.

Tabelle 11 (Prozente)

Obstart	Ausnutzung		Verlust	
	N-Subst.	Kohlehydr.	N-Subst.	Kohlehydr.
Weintrauben	66,49	98,16	33,51	1,84
Bananen	81,01	94,45	18,98	5,55
Äpfel	6,20	98,09	93,80	1,91
Birnen	97,04	94,39	2,95	5,61
Johannisbeeren	51,23	83,89	48,77	16,11

Wir sehen, daß der wichtigste Nährstoff des Obstes, die Kohlehydrate, sehr gut verwertet werden. Nach Tabelle 11 liegen die Werte für die Ausnutzung der Kohlehydrate der untersuchten Obstsorten zwischen 83,89% und 98,16%. In Wirklichkeit ist die Ausnutzung der Kohlehydrate noch besser, weil die unverdaulichen Ballaststoffe unberücksichtigt geblieben sind. Es entstehen nämlich bei dem Analyseverfahren reduzierende Substanzen, die nicht mit Stärke gleichzusetzen sind.

Die Stickstoffausnutzung ist nicht so günstig. Auch ist sie für die einzelnen Obstarten verhältnismäßig verschieden. Nach Tabelle 11 werden sogar nur 6,2% des Apfeleiweißes vom Körper verwertet. Bei den Birnen sehen wir dagegen eine Ausnutzung von 97,04% für die N-Substanz. Ich nehme aber an, daß die Verdaulichkeit des Obsteiweißes annähernd gleichmäßig ist. Die Sekretstickstoffmenge wird z. B. beim Äpfelversuch größer und beim Birnenversuch kleiner als angenommen gewesen sein. Heupke nimmt an, daß größeres Kostgewicht neben größerem Schlackenreichtum vermehrte Sekretabsonderung bedingen. Und in meinen Versuchen hatte der Äpfelversuch das größte Kostvolumen, sodaß hier der Sekretstickstoffabzug hätte größer sein dürfen. Zudem ist die Bedeutung des Obststickstoffes gegenüber den Kohlehydraten nicht allzu groß, da das Obst in der Regel nur 1% Stickstoff enthält.

Schließlich habe ich noch aus dem Gehalt der Stühle an Stickstoff und Kohlehydrat den Brennwert dieser Verbindungen berechnet, der in Tabelle 12 dem Kaloriengehalt der Nahrung (ohne Beikost) gegenübergestellt ist. Der prozentische Kalorienverlust ist in der dritten Spalte der Tabelle 12 ersichtlich.

Tabelle 12 (Kalorien und Prozente)

Obstart	Kal.-Einfuhr pro Tag	Kal.-Ausfuhr pro Tag	Kal.-Verlust (in %)
Weintrauben	757,8	47,73	6,56
Bananen	745,0	77,77	10,44
Äpfel	637,5	53,38	8,37
Birnen	474,3	53,46	11,27
Johannisbeeren	221,85	88,64	39,95

Bei dieser Kalorienberechnung sind auch die Kalorien der Zellmembranen, die ja zum größten Teil vom Körper nicht angegriffen werden, als Verlust gebucht, während sie als Ballaststoffe im Kaloriengehalt der Nahrung unberücksichtigt bleiben. Es ist also der wirkliche Kalorienverlust bei Obstnahrung noch wesentlich geringer als angegeben. Verhältnismäßig hoch ist er nur bei den Johannisbeeren, weil diese besonders reich an unverdaulichen Ballaststoffen sind. Dadurch wird auch der hohe Verlust an Kohlehydrat beim Johannisbeerenversuch (16,11%) erklärlich.

Zusammenfassung.

In der vorliegenden Arbeit habe ich in der Einleitung die Zusammensetzung des Obstes besprochen. Im Hauptteil wurden die Ergebnisse von fünf Ausnutzungsversuchen mit verschiedenen Obstarten mitgeteilt (Weintrauben, Bananen, Äpfel, Birnen und Johannisbeeren).

Die Hauptnährwertträger des Obstes, die Kohlehydrate, wurden sehr gut vom Körper ausgenutzt. Nur die Kohlehydrate der Johannisbeeren wurden weniger gut verwertet. Den Grund dafür sehe ich in ihrem Reichtum an nicht leicht aufschließbaren Ballaststoffen (Kerne usw.). Die N-Substanzausnutzung ist nach den Versuchen großen Schwankungen unterworfen. Ich nehme aber an, daß auch die N-Substanz des Obstes zum größten Teil vom Körper verwertet wird. Zudem ist ihre Bedeutung als Nährwertträger nur gering. Der Kalorienverlust entspricht dem Kohlehydratverlust.

Da die Ausnutzung des Obstes, wie sich aus vorliegenden Versuchen ergibt, sehr gut ist, darf man die Forderung erheben, daß in einer vollwertigen Nahrung nach Möglichkeit Obst enthalten sein soll.

An dieser Stelle erlaube ich mir, Herrn Prof. Dr. W. Heupke für die Überlassung des Themas dieser Arbeit und für die wohlwollende Unterstützung zu danken.

Literatur.

Diemair, W.: Über die Zusammensetzung und Haltbarmachung des Obstes. Deutsche Med. Wochenschr. 1936, Nr. 27.

Heupke, W.: Die Bedeutung des Obstes für den Gesunden und Kranken. Deutsche Med. Wochenschr. 1936, Nr. 27.

— Über die Abhängigkeit der Menge des Kotstickstoffes von der Größe des Stuhlvolumens. Arch. f. Hygiene, 1934, Bd. 111.

— Diätetik, Dresden und Leipzig 1936.

Heupke, W. und Belz, F.: Die Menge des Sekretstickstoffes im Stuhl und die Eiweißausnutzung der Nahrung. Arch. f. Hygiene, 1933, Bd. 114.

Heupke, W. und Thill, O.: Untersuchungen über die Ausnutzung von Rohkost. Arch. f. Verdauungskrankheiten, Stoffwechselpathologie und Diätetik (J. Boas) 1932, Bd. 52.

Hill, E. and Bloor, W.R.: Journal. Biol. chem. 1922, Bd. 53.

Hindhede, N.: Skandinav. Arch. f. Physiologie, Bd. 27, Bd. 30, Bd. 39/40 und Bd. 47.

König, J.: Chemie der menschlichen Nahrungs- und Genußmittel. IV. Aufl., Berlin 1903.

Müller, Fr. v.: Virchows Archiv 1893, Bd. 131.

— Zeitschrift f. Biologie. 1884, Bd. 19.

v. Noorden-Salomon: Handbuch der Ernährungslehre, Berlin 1920.

Rubner, M.: Zeitschrift f. Biologie. 1879, Bd. 15.

Schmidt-Straßburger: Die Fäces des Menschen, Berlin 1915.

Schwenkenbecher: Nährstoffgehalt und Nährwert von Speisen. IX. Aufl., Leipzig 1935.

Tigerstedt: Nagold Handbuch der Physiologie des Menschen.

Lebenslauf.

Am 7. März 1913 wurde ich als Sohn des Lehrers Reinhard Berends in Neuenkirchen (Kreis Osterholz) geboren. Nach der Grundschule besuchte ich das Wilhelms-Gymnasium zu Emden, an dem ich Ostern 1932 die Reifeprüfung bestand. Ich studierte dann Medizin und besuchte die Hochschulen Münster in Westf., Göttingen, Hamburg, Rostock und Frankfurt am Main. Von 1935 bis 1936 diente ich freiwillig ein Jahr in der Wehrmacht. Das medizinische Staatsexamen bestand ich im Oktober 1938 in Frankfurt am Main.

Mein praktisches Jahr verbrachte ich bis zu meiner Einberufung zum Kriegsdienst im August 1939 am Städt. Krankenhaus „Hartmannsstift", Bremen-Vegesack. Meine Bestallung als Arzt ist datiert vom 15. Februar 1939.

Zur Zeit bin ich Assistenzarzt d. R. in einem Infanterie-Regiment.

41/15